

Pola Distribusi Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus Hampei*) pada Kopi Arabika dan Robusta

Distribution Pattern of Coffee Berry Borer (Hypothenemus Hampei) on Arabica and Robusta Coffee

Soekadar Wiryadiputra¹⁾

¹⁾Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. PB Sudirman 90 Jember, Indonesia

^{*)}Corresponding author: soekadar@yahoo.com

Abstrak

Serangga penggerek buah kopi [PBKo, *Hypothenemus hampei* (Ferr.)] merupakan hama utama tanaman kopi yang mengakibatkan kehilangan hasil cukup besar. Tipe distribusi hama PBKo belum banyak diungkap, baik distribusi spasial maupun distribusi vertikal, padahal tipe distribusi suatu hama sangat penting untuk menyusun strategi pengendalian hama secara terpadu. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap tipe distribusi hama PBKo, baik secara spasial maupun vertikal. Pengamatan dilakukan di Kebun Kalibendo, Banyuwangi pada kopi Arabika dan Robusta, dengan mengambil petak pertanaman kopi yang berisi sebanyak 400 (20 x 20) pohon. Selanjutnya diamati tingkat serangan dan populasi PBKo dilakukan pada empat cabang, utara, selatan, barat, dan timur. Hasil yang diperoleh dihitung nilai jumlah total, rata-rata, varians (s^2), indeks hubungan varians/rataan ($=I$), indeks Morisita ($=I_m$), koefisien Green ($=Cx$), dan indeks distribusi Binomial negatif ($=k$). Hasil yang diperoleh baik pada kopi Robusta maupun Arabika, dan juga baik menggunakan parameter intensitas serangan maupun populasi, tipe distribusi spasial hama PBKo mengikuti distribusi mengelompok (*aggregated*). Dari hasil analisis data ternyata baik pada tingkat serangan maupun populasi sesuai dengan semua model yang digunakan. Untuk distribusi vertikal, ada kecenderungan bahwa tingkat serangan maupun populasi hama PBKo lebih tinggi pada bagian bawah tanaman, dibanding bagian tengah dan atas. Hal ini diduga berkaitan dengan sisa-sisa buah kopi yang terserang dan jatuh ke permukaan tanah serta tidak dibersihkan sehingga menjadi sumber infestasi.

Kata kunci: kopi Arabika, kopi Robusta, *Hypothenemus hampei*, distribusi spasial, distribusi vertikal

Abstract

Coffee berry borer [CBB, *Hypothenemus hampei* (Ferr.)] is the main pest on coffee causing a significant losses. Distribution pattern of the pest is not known deeply until now, especially in Indonesia. The data of distribution pattern of pest is very important in constructing the strategy of integrated pest management, especially to determine a sampling method for monitoring of the pest. This experiment aimed to reveal the distribution pattern of CBB both spatially and vertically. The experiment was conducted on Arabica and Robusta coffee, located in Kalibendo estate in Banyuwangi East Java. A plot with 400 (20 x 20) of coffee trees were observed for infestation and population of CBB, at four

branches on south, north, east and west directions for each tree. Collected data were analyzed to obtain the value of mean, variance ($=s^2$), variance/mean relationship ($=I$), index of Morisita ($=I_0$), coefficient of Green ($=Cx$) and k exponent of Negative Binomial. Results of the experiment revealed that spatial distribution pattern of CBB, both on Arabica and Robusta coffee, as well as for infestation and population parameters, was fit with aggregated or clumped distribution. For vertical distribution, it inclined that CBB infestation and population in the lower part of coffee tree was higher than in central and upper part of coffee tree. Plenty of infested coffee berries leaved on soil surface may result in higher infestation and population in the lower part.

Key words: Arabica coffee, Robusta coffee, *Hypothenemus hampei*, spatial distribution, vertical distribution.

PENDAHULUAN

Di Indonesia, hama PBKo mengakibatkan kerugian cukup besar, terutama pada perkebunan kopi rakyat yang porsinya lebih dari 90%. Rata-rata tingkat serangan PBKo pada kopi rakyat di Indonesia diperkirakan lebih dari 20% dengan mengakibatkan kehilangan hasil rata-rata sebesar lebih dari 10%. Ini berarti kerugian yang diakibatkan hama PBKo pada perkopian Indonesia diperkirakan lebih dari 6,7 juta USD per tahun, dengan asumsi bahwa kehilangan produksi setiap hektar rata-rata sebesar 50 kg dan dengan luas pertanaman kopi saat ini sebesar 1,25 juta hektar (Wiryadiputra et al., 2008). Serangga hama PBKo saat ini telah terdistribusi pada seluruh pertanaman kopi di dunia. Hawaii dan Papua Nugini yang sebelum tahun 2009 terbebas dari serangan PBKo saat ini telah terserang hama ini (Burbano *et al.*, 2010; Messing, 2012; Vega *et al.*, 2002).

Sementara itu kecenderungan permintaan biji kopi dunia saat ini mengarah pada kopi organik maupun kopi spesialti, yaitu biji kopi yang dibudidayakan tanpa menggunakan pupuk anorganik buatan pabrik dan pengelolaan OPT tanpa menggunakan pestisida (Wille, 1996; Zaenudin & Martadinata, 2000). Kecenderungan ini

tampak nyata pada pertanaman kopi organik di Amerika Latin (Mexico, Guatemala, Ecuador, Peru, dan Bolivia) yang arealnya telah mencapai 85.376 ha dengan jumlah petani sebanyak 29.673 orang (Furst & Bergleiter, 2008). Dalam penggunaan komponen pengendalian non-pestisida, beberapa agens hayati ternyata cukup efektif dalam menekan tingkat serangan hama PBKo. Hasil survei yang dilakukan oleh Furst & Bergleiter (2008) menunjukkan bahwa praktek pengendalian hama terpadu yang diterapkan petani kopi organik di Amerika Latin adalah bahwa sebagian besar menerapkan pengendalian dengan cara kultur teknik (33%), pengendalian biologi (24%), dan kombinasi atau integrasi antara cara kultur teknik dan cara biologi (33%). Sementara itu sisanya sebanyak 9% tidak mengendalikan sama sekali serangan PBKo dan 1% mengendalikan dengan cara lain. Agens hayati yang paling banyak digunakan adalah jamur entomopatogenik *Beauveria bassiana*.

Dalam implementasi pengendalian hama terpadu (PHT) PBKo di lapangan, petunjuk metode penarikan contoh yang akurat dan efisien dalam rangka monitoring tingkat serangannya belum pernah ditetapkan. Hal ini akan menyulitkan pengambil kebijakan dalam merencanakan PHT untuk PBKo.

Untuk mengetahui metode penarikan contoh dan jumlah contoh dalam rangka pengamatan tingkat serangan PBKo, maka distribusi hama ini harus ditetapkan terlebih dahulu (Untung, 1996). Hasil penelitian yang mendalam yang dilakukan oleh Remond *et al.* (1993) mendapatkan bahwa distribusi hama PBKo pada pertanaman kopi Arabika di Salvador mengikuti distribusi mengelompok (*clumped*) dan cocok (*fit*) dengan hukum Binomial negatif. Pada model distribusi populasi hama yang mengelompok maka pengambilan contoh yang cocok untuk tujuan monitoring adalah dengan cara sistematis (teratur) (Decazy *et al.*, 1989). Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap pola distribusi hama PBKo pada kondisi di Indonesia, baik pada jenis kopi Arabika maupun pada kopi Robusta. Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai komponen dalam menyusun system pengendalian terpadu hama PBKo di Indonesia, khususnya dalam aspek monitoring serta strategi pengendaliannya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian pola distribusi hama PBKo [*Hypothenemus hampei* (Ferr.)] dilaksanakan pada kopi Arabika varietas Lini S 795 dan Robusta campuran klon Tugusari (BP 534), BP 409, BP 42, BP 358, BP 936, dan BP 939, di kebun Kalibendo, Banyuwangi, Jawa Timur yang memiliki ketinggian lokasi untuk kopi Robusta pada 500 m dpl. dan kopi Arabika sekitar 650 m dpl. Sebagai petak pengamatan digunakan pohon kopi sebanyak 400 (20 x 20) pohon kopi produktif umur antara 10–15 tahun, habitus seragam, tata tanam teratur dan tidak banyak ada kematian. Pada pohon-pohon contoh tersebut selanjutnya dilakukan pengamatan parameter intensitas serangan dan populasi hama PBKo.

Distribusi horizontal mencerminkan pola sebaran hama PBKo secara horizontal

antartanaman kopi, dan juga secara vertikal yaitu pada ketinggian yang berbeda dalam satu pohon kopi. Untuk penentuan distribusi horizontal, pengamatan dilakukan pada empat cabang kopi yang berada di bagian tengah pohon. Penentuan empat cabang pada masing-masing bagian mengikuti arah mata angin, yaitu cabang yang mengarah ke utara, timur, selatan, dan barat. Pengamatan intensitas serangan hama PBKo dilakukan dengan menghitung persentase buah yang terserang pada semua buah tiap cabang, dengan rumus:

$$I = (Bb/Bt) * 100\%$$

dalam hal ini, I = intensitas serangan; Bb = buah terserang PBKo/cabang; dan Bt = jumlah buah total/cabang.

Untuk pengamatan populasi PBKo, maka buah yang terserang pada setiap cabang dan pohon contoh diambil dan diamati populasinya di laboratorium dengan cara membuka buah. Populasi serangga PBKo diamati dari stadium telur, larva, pupa, dan dewasa. Satuan populasi hama PBKo yang digunakan adalah per empat cabang pada tiap pohon. Sementara itu untuk penentuan distribusi vertikal, pengamatan dilakukan pada cabang kopi di bagian atas, tengah, dan bawah, dengan jumlah cabang dan cara pengamatan yang sama dengan penentuan distribusi horizontal. Pada jenis kopi Robusta, pengamatan dilakukan pada bulan Agustus, yaitu pada saat puncak masa panen, sedangkan pada kopi Arabika pada bulan Oktober, pada saat sebagian buah kopi masih berwarna hijau dan berukuran diameter sekitar 6–7 mm, serta bijinya mulai mengeras. Alasan waktu pengamatan ini adalah secara random saja berdasarkan tersedianya waktu dan adanya serangan hama PBKo. Serangan hama PBKo pada kopi Robusta telah berlangsung cukup lama karena sebagian besar buah telah berwarna merah, sedang pada kopi Arabika serangannya dimulai sekitar 2–3 minggu.

Dari data yang diperoleh, selanjutnya dilakukan penghitungan rata-ran (\bar{x}_r) dan varians (s^2) dengan rumus sebagai berikut (Southwood, 1975):

- Nilai rata-ran (\bar{x}_r) = $(\sum x) / (n)$
- Varians (s^2) = $\{ \sum (x^2) - (\sum x)^2 / n \} / (n-1)$

Untuk menetapkan tipe distribusi hama PBKo dilakukan analisis menggunakan indeks hubungan varians (s^2) dan rata-ran (\bar{x}_r) atau I , indeks Morisita (I_δ), koefisien Green (Cx), dan indeks distribusi Bino-mial negatif ($=k$). Masing-masing indeks tersebut disajikan dengan formula sebagai berikut (Costa *et al.*, 2010).

- Indeks hubungan varians/rataan,
 $I = (s^2) / (\bar{x}_r)$
- Indeks Morisita,
 $I_\delta = n(\sum x^2 - \sum x) / [(\sum x)^2 - \sum x]$
- Koefisien Green,
 $Cx = [(s^2 / \bar{x}_r) - 1] / [(\sum x - 1)]$
- Indeks distribusi Binomial Negatif,
 $k = (\bar{x}_r) / (s^2 - \bar{x}_r)$

dalam hal ini, n = jumlah contoh yang diambil; x = data yang diambil (tingkat serangan maupun populasi PBKo); \bar{x}_r = rata-ran data yang diambil; s^2 = varians.

Untuk hubungan antara varians dan rata-ran (I), apabila $I = 1$, berarti distribusi spasial random atau acak; apabila $I < 1$, maka distribusinya teratur atau seragam; dan apabila $I > 1$, maka distribusinya mengelompok (*aggregate, contagious, clumped*). Indeks Morisita (I_δ), apabila $I_\delta = 1$, maka distribusinya random atau acak; $I_\delta > 1$, maka mengelompok (*aggregate, contagious, clumped*), dan $I_\delta < 1$ adalah distribusinya merata atau seragam. Koefisien *Green* (Cx), memiliki nilai dari 0 (nol) sampai dengan 1, dan menunjukkan perbandingan antara distribusi random atau acak (0) sampai dengan 1 untuk mengelompok

maksimum. Untuk indeks distribusi Bino-mial (k) yang apabila nilainya rendah dan positif ($k < 2.0$) tingkat agregasi atau mengelompok yang tinggi; apabila $2.0 < k < 8.0$ berarti agregasi/pengelompokan yang sedang (*moderate aggregation*); dan apabila $k > 8.0$ berarti distribusi random atau acak.

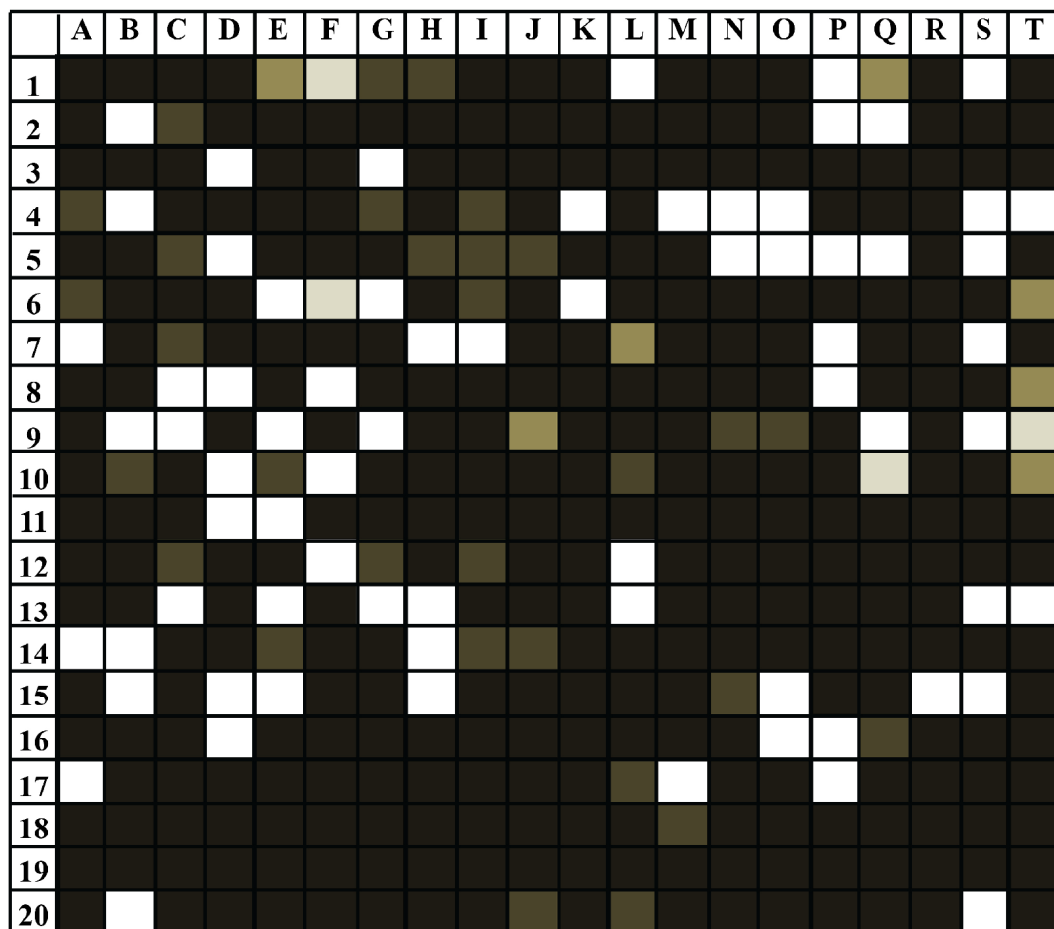
Untuk memperjelas pola distribusi spasial hama PBKo, maka dilakukan pemetaan berdasarkan tingkat serangan maupun tingkat populasinya, baik pada kopi Robusta maupun pada kopi Arabika.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi Horizontal

Pada kopi Robusta sebaran horizontal tingkat serangan maupun populasi hama PBKo terlihat pada Gambar 1 dan 2. Dari penghitungan secara statistik diperoleh hasil bahwa distribusi horizontal hama PBKo, baik berdasarkan parameter tingkat serangan maupun populasi serangga hama, tergolong ke dalam tipe distribusi mengelompok.

Tingkat serangan PBKo pada kopi Robusta rata-rata cukup tinggi pada saat pengamatan, yaitu pada bulan Agustus yang bertepatan dengan saat puncak panen. Hubungannya dengan fenologi pembuahan pada pola pertanaman kopi yang memiliki pembuahan tegas adalah serangan hama biasanya dimulai pada saat biji kopi mulai mengeras, yaitu sekitar bulan Februari-Maret. Serangan meningkat terus sampai akhir panen pada sekitar September. Kondisi serangan pada kopi Robusta pada bulan Agustus ini tergolong cukup tinggi, berkisar antara 0 dan 69,72%, dan populasi serangga hama yang dihitung dari semua stadia mencapai 204 ekor per empat cabang. Hasil analisis parameter yang digunakan untuk menentukan pola distribusi spasial, baik menggunakan parameter tingkat

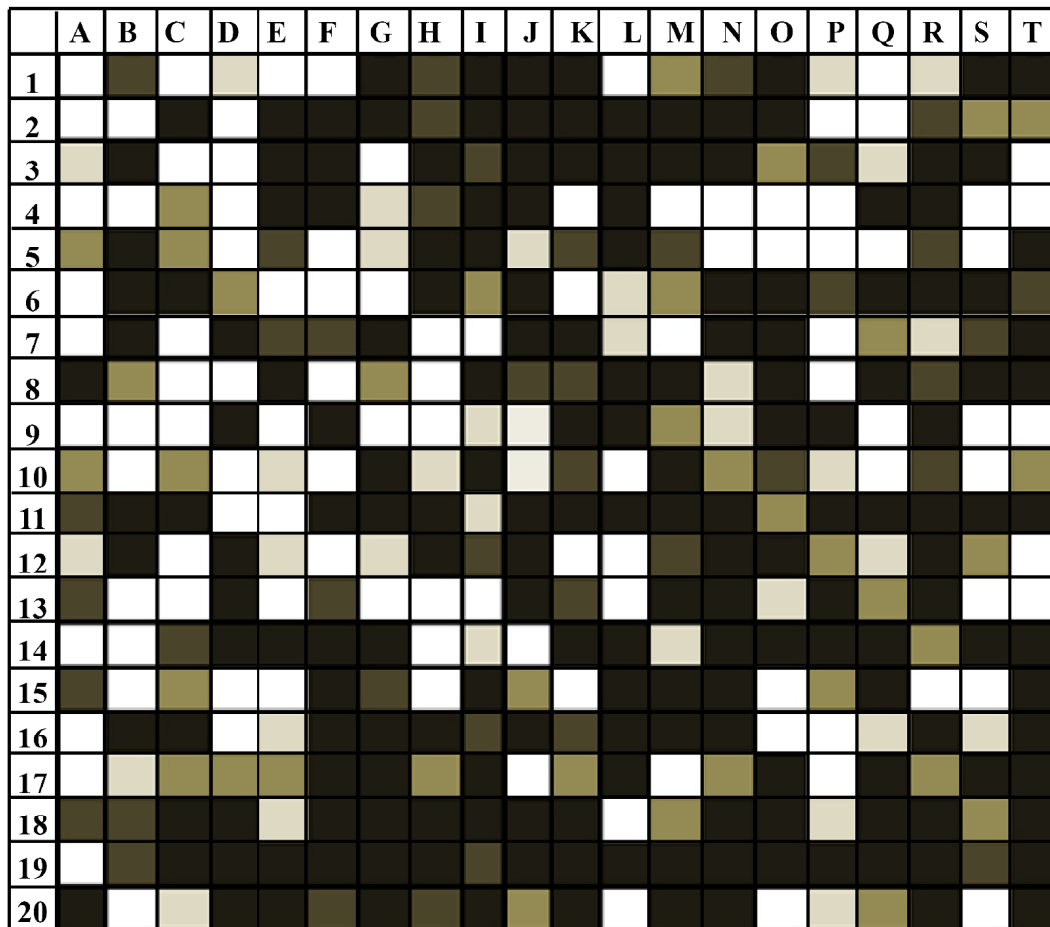


Gambar 1. Distribusi spasial tingkat serangan hama PBKo pada kopi Robusta di Kebun Kalibendo, Banyuwangi, Jawa Timur

Figure 1. Spatial distribution of CBB infestation on Robusta coffee at Kalibendo Plantation, Banyuwangi, East Java

Keterangan (Notes):

- Tingkat serangan (CBB infestation): 0% →
- Tingkat serangan: > 0-1.0 % →
- Tingkat serangan: > 1.0-2.0% →
- Tingkat serangan: > 2.0-5.0% →
- Tingkat serangan; > 5.0% →



Gambar 2. Distribusi spasial populasi hama PBKo (per empat cabang) pada kopi Robusta di Kebun Kalibendo, Banyuwangi, Jawa Timur

Figure 2. Spatial distribution of CBB population (per four branches) on Robusta coffee at Kalibendo Plantation, Banyuwangi, East Java

Keterangan (Notes):

- Populasi PBKo per empat cabang (CBB population per four branches): 0 →
- Populasi PBKo per empat cabang (CBB population per four branches): 1–4 →
- Populasi PBKo per empat cabang (CBB population per four branches): 5–8 →
- Populasi PBKo per empat cabang (CBB population per four branches): 9–16 →
- Populasi PBKo per empat cabang (CBB population per four branches): > 16 →

serangan maupun populasi serangga hama menunjukkan bahwa distribusi spasial hama PBKo pada kopi Robusta mengikuti pola mengelompok atau *aggregate* (Tabel 1).

Pola distribusi spasial (horizontal) hama PBKo pada kopi Arabika jika dibandingkan dengan tingkat serangan pada kopi Robusta

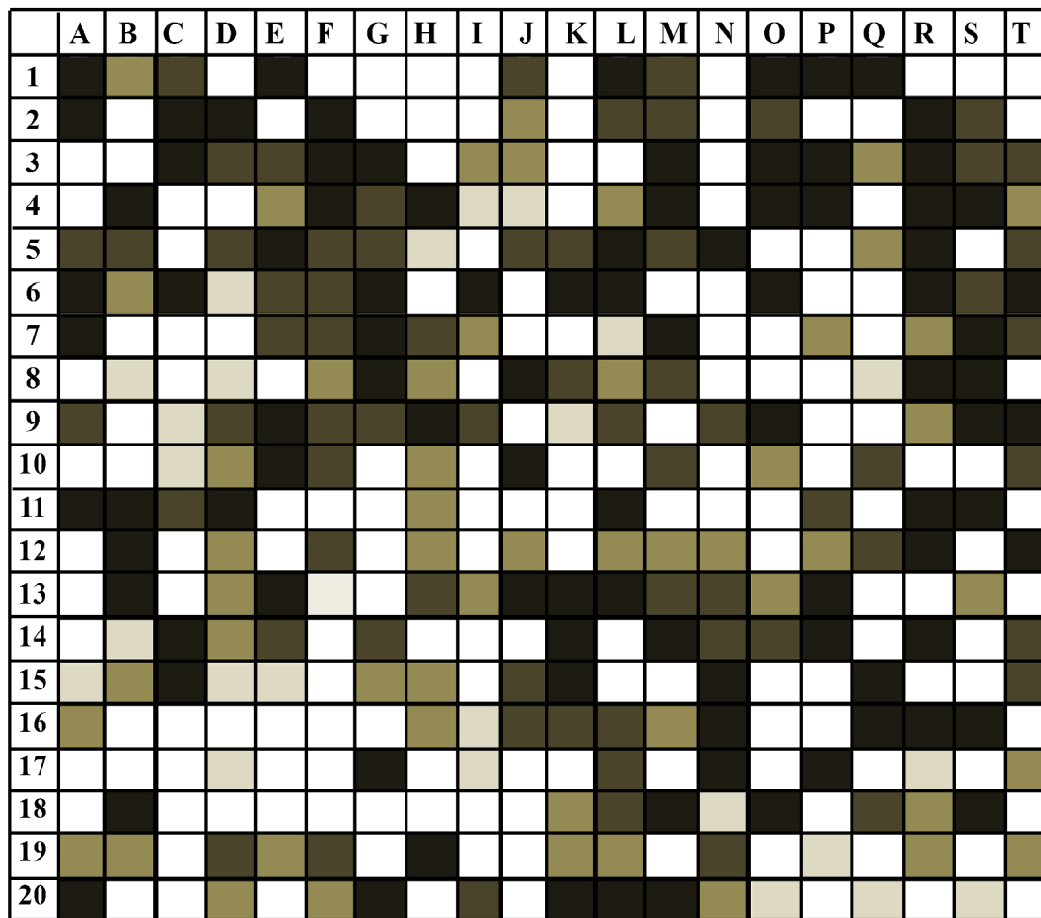
baik tingkat serangan maupun populasinya adalah lebih rendah (Gambar 3 & 4). Kisaran tingkat serangannya hanya 0–31,3% sedang populasinya berkisar 0–32 ekor per empat cabang. Keadaan ini disebabkan karena waktu pengamatan yang berbeda. Pengamatan tingkat serangan dan populasi PBKo

Tabel 1. Hasil analisis beberapa parameter penting untuk menentukan pola distribusi spasial tingkat serangan dan populasi hama PBKo pada kopi Robusta dan Arabika
Table 1. Analysis results of several important parameters for determination of spatial distribution pattern of CBB infestation and population on Robusta and Arabica coffee

Hasil analisis peubah Analysis results of variable	Kopi Robusta Robusta coffee		Kopi Arabika Arabica coffee	
	Tk. serangan Infestation	Populasi Population ¹⁾	Tk. serangan Infestation	Populasi Population ¹⁾
Jumlah total (<i>Grand total</i>) (ΣXi)	5323	8215	1345	708
Kisaran (<i>Range</i>)	0–69.7	0–204	0–31.3	0–32
Rataan (<i>Mean</i>) (\bar{x})	13.31	20.538	3.36	1.77
Varians (<i>Variance</i>) (s^2)	149.7	632.1	25.85	21.86
Hubungan Varian/Rataan (<i>Relation between variance and mean</i>) ($I = s^2/\bar{x}$)	11.25	30.78	7.69	12.35
Indeks Morisita (<i>Morisita index</i>) (I_g)	1.77	2.45	2.99	7.4
Koefisien <i>Green</i> (<i>Green coefficient</i>) (Cx)	0.0021	0.0038	0.0094	0.0368
Indeks distribusi Binomial (<i>Binomial distribution index</i>) (k)	1.3	0.69	0.50	0.16

Keterangan (*Notes*): ¹⁾ Jumlah populasi adalah jumlah serangga PBKo per empat cabang per pohon (*Number of CBB population is the number of CBB insects per four branches per tree*).

- Hubungan antara varian dan rata-rata ($I = s^2/\bar{x}$): apabila nilai $I = 1$, maka menunjukkan distribusi spasial random atau acak; nilainya < 1 , maka distribusinya teratur atau seragam; dan apabila nilainya > 1 , maka distribusinya mengelompok (*aggregate, contagious*).
- Indeks Morisita (I_g): menunjukkan apabila nilainya $= 1$, maka distribusinya random atau acak; > 1 , maka mengelompok (*aggregate, contagious*), dan < 1 adalah distribusinya merata atau seragam.
- Koefisien *Green* (Cx): indeks ini memiliki nilai dari 0 (nol) sampai dengan 1, dan dapat diterima untuk menunjukkan perbandingan antara distribusi random atau acak (0) sampai dengan 1 untuk mengelompok maksimum.
- Indeks distribusi Binomial (k): apabila nilainya rendah dan positif ($k < 2.0$) = menunjukkan tingkat agregasi atau mengelompok yang tinggi; apabila nilai k antara 2,0 dan 8,0, maka menunjukkan agregasi/pengelompokan yang sedang (*moderate aggregation*); dan apabila $k > 8,0$ menunjukkan distribusi random atau acak.

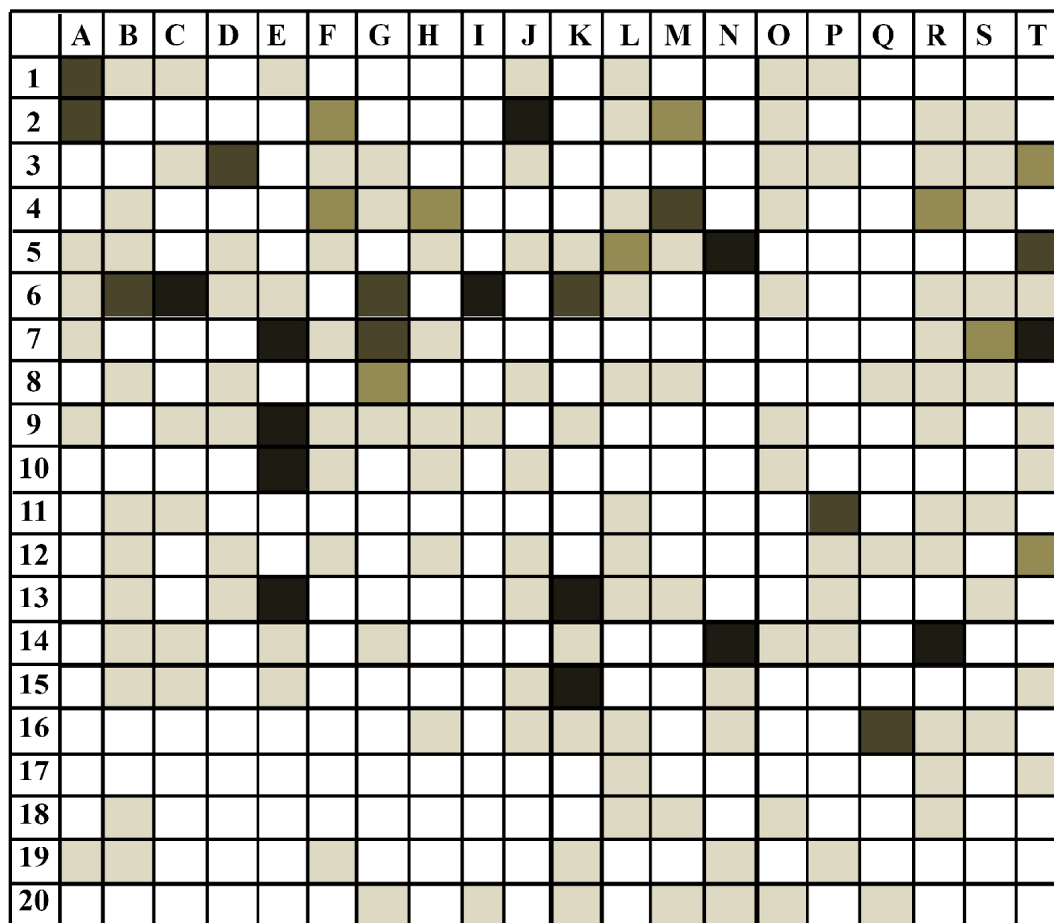


Gambar 3. Distribusi spasial tingkat serangan hama PBKo pada kopi Arabika di Kebun Kalibendo, Banyuwangi, Jawa Timur

Figure 3. Spatial distribution of CBB infestation on Arabica coffee at Kalibendo Plantation, Banyuwangi, East Java

Keterangan (Notes):

- Tingkat serangan (CBB infestation): 0% →
- Tingkat serangan: > 0–1,0 % →
- Tingkat serangan: > 1,0–2,0% →
- Tingkat serangan: > 2,0–5,0% →
- Tingkat serangan: > 5,0% →



Gambar 4. Distribusi spasial populasi hama PBKo (per empat cabang) pada kopi Arabika di Kebun Kalibendo, Banyuwangi, Jawa Timur

Figure 4. Spatial distribution of CBB population (per four branches) on Arabica coffee at Kalibendo Plantation, Banyuwangi, East Java

Keterangan (Notes):

- Populasi PBKo per empat cabang (CBB population per four branches): 0 → □
- Populasi PBKo per empat cabang (CBB population per four branches): 1–4 → □
- Populasi PBKo per empat cabang (CBB population per four branches): 5–8 → □
- Populasi PBKo per empat cabang (CBB population per four branches): 9–16 → □
- Populasi PBKo per empat cabang (CBB population per four branches): > 16 → □

dilaksanakan pada bulan Oktober, yaitu saat dimana buah kopi Arabika bijinya baru mulai mengeras dan hampir semuanya masih berwarna hijau, sehingga ditinjau dari segi fenologi buah dan hubungannya dengan serangan PBKo, maka fase serangan PBKo pada kopi Arabika ini masih dikategorikan sedang, sehingga tingkat serangan dan populasinya masih relatif rendah.

Pola distribusi PBKo pada kopi Arabika, baik tingkat serangan maupun populasinya tampaknya tidak berbeda nyata dengan kopi Robusta, yaitu mengikuti distribusi mengelompok. Penilaian menggunakan tolak ukur hubungan rata-rata dan varians, indeks Morisita, koefisien *Green* maupun indeks distribusi binomial, nilainya sesuai dengan distribusi mengelompok. Jika menggunakan analisis koefisien *Green*, nilai yang diperoleh agak jauh dengan nilai satu (1) sehingga tingkat pengelompokannya diinterpretasikan tidak maksimal.

Pola distribusi suatu hama penting untuk diketahui karena diperlukan untuk menetapkan pola pengambilan contoh yang sesuai untuk tujuan optimasi pengelolaan hama terpadu (PHT) serta untuk perencanaan pelaksanaan penelitian (Ruiz-Cardenas *et al.*, 2009). Pola distribusi suatu hama dapat digunakan sebagai penetapan contoh untuk tujuan monitoring dalam rangka menyusun program pengelolaan PHT maupun peramalan eksplosif suatu hama.

Untuk menetapkan pola pengambilan contoh yang sesuai dan juga jumlah contoh yang optimal, maka juga harus diketahui pola distribusi suatu hama (Ruesink & Kogan, 1975). Lebih lanjut Ruesink & Kogan (1975) menyatakan ada tiga tipe distribusi serangga yang sering dijumpai di lapangan, yaitu merata, acak, dan mengelompok. Distribusi spasial suatu hama yang merata umumnya sulit dijumpai, karena yang dikatakan merata adalah antara jarak individu hama yang satu

dengan yang lainnya adalah sama. Dengan demikian individu hama tersebar benar-benar merata. Distribusi hama biasanya tersebar secara acak maupun mengelompok.

Banyak hasil penelitian distribusi spasial hama menunjukkan pola mengelompok (Rekasi *et al.*, 1997; Khaing *et al.*, 2002; Brasnov *et al.*, 2005; Nordmeyer, 2009), sebagaimana yang terjadi pada hama PBKo ini. Costa *et al.* (2006; 2010) telah meneliti distribusi spasial hama kutu orthezia (*Orthezia praelonga* Douglas) dan kutu loncat (*psyllid*) (*Diaphorina citri* Kuwayama) pada tanaman jeruk (*Citrus sinensis* L.) dengan menggunakan parameter I , $I_{\bar{x}}$, Cx , dan k . Hasil yang diperoleh I , $I_{\bar{x}}$, Cx , dan k . Hasil yang diperoleh hama tersebut cocok (*fit*) dengan distribusi binomial negatif atau mengelompok. Di India, Bhakat *et al.* (2013) juga telah meneliti distribusi spasial kepik ludah (*spittlebug*), *Ptyelus nebulus* (Fabricius) (Homoptera: Aphrophoridae) pada rerumputan terbuka dan mendapatkan bahwa nimfa serangga tersebut juga terdistribusi secara mengelompok. Simulasi komputer untuk penghitungan distribusi spasial juga telah dibuat oleh Liu & Zang (2011). Decazy *et al.* (1989) juga mendapatkan bahwa distribusi spasial hama penggerek buah kopi sangat cocok dengan persamaan Taylor (*Taylor's law*) yang mendukung distribusi mengelompok.

Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa distribusi spasial hama PBKo mengikuti pola mengelompok, sehingga metode yang sesuai untuk pengambilan contoh untuk tujuan pengamatan hama adalah dengan pola teratur atau secara sistematis. Hasil penelitian ini serta didukung hasil-hasil penelitian lainnya dari luar negeri menunjukkan bahwa rekomendasi metode pengambilan contoh berdasarkan pola distribusi hama dapat disarankan kepada pengambil kebijakan dan cukup akurat untuk dilaksanakan.

Distribusi Vertikal

Pengamatan pola distribusi hama PBKo secara vertikal menunjukkan bahwa ada kecenderungan tingkat serangan maupun populasi hama lebih tinggi pada bagian bawah pohon, baik pada jenis kopi Robusta maupun jenis Arabika (Tabel 2). Apabila data dianalisis menggunakan parameter penentu distribusi spatial (horizontal) maka disimpulkan bahwa baik tingkat serangan maupun populasi hama di bagian cabang bawah, tengah dan atas cocok dengan tipe distribusi mengelompok.

Distribusi vertikal serangga hama PBKo juga telah diteliti oleh Uemura-Lima *et al.* (2010) menggunakan perangkat (*trapping*) yang dipasang pada ketinggian yang berbeda yaitu 0,5 m; 1,0 m; dan 1,5 m. Hasil yang diperoleh adalah sama dengan penelitian ini, yaitu perangkat yang dipasang pada ketinggian paling rendah (0,5 m) menangkap serangga PBKo paling banyak dibanding pada bagian tengah dan bagian atas. Jumlah serangga tertangkap rata-rata per hari masing-masing adalah 87,1; 16,2; dan 11,2 ekor untuk bagian bawah, tengah, dan atas. Hasil yang berbeda diperoleh dari Dufour & Frerot

Tabel 2. Tingkat serangan dan populasi hama PBKo pada bagian bawah, tengah dan atas pohon kopi Arabika dan Robusta serta indikator pola distribusinya

Table 2. Infestation level and population of CBB at lower, central, and upper branches of Arabica and Robusta coffee, as well as its parameter indicators for the distribution

Parameter penentu distribusi <i>Parameters of distribution pattern</i>	Arabika (<i>Arabica</i>)			Robusta (<i>Robusta</i>)		
	Cabang bawah <i>Lower branch</i>	Cabang tengah <i>Central branch</i>	Cabang atas <i>Upper branch</i>	Cabang bawah <i>Lower branch</i>	Cabang tengah <i>Central branch</i>	Cabang atas <i>Upper branch</i>
A. Tingkat Serangan (<i>Infestation</i>) (%)						
Jumlah total (<i>Grand total</i>) (ΣXi)	184.2	196.67	104.42	123.11	62.88	34.37
Kisaran (<i>Range</i>)	0- 27.07	0-33.33	0-9.5	0-13.37	0-15.56	0-10.56
Rataan (<i>Mean</i>) (\bar{x})	0.4605	0.4917	0.2611	0.3078	0.1572	0.0859
Varians (<i>Variance</i>) (s^2)	5.0319	4.7513	1.4840	3.3816	1.3799	0.3902
Hubungan Varian/Rataan <i>Relation between variance and mean</i> ($l = s^2/\bar{x}$)	10.9271	9.6630	5.6835	10.9864	8.7781	4.5415
Indeks Morisita (<i>Morisita index</i>) (I_m)	22.6207	18.6681	19.0736	33.6339	51.1531	7.7141
Koefisien <i>Green</i> (<i>Green coefficient</i>) (Cx)	0.0542	0.0443	0.0453	0.0818	0.1257	0.1061
Indeks distribusi Binomial (<i>Binomial distribution index</i>) (k)	0.1007	0.1154	0.2135	0.1001	0.1286	0.2824
Pola distribusi (<i>Distribution pattern</i>)	Menge-lompok <i>Aggre-gated</i>	Menge-lompok <i>Aggre-gated</i>	Menge-lompok <i>Aggre-gated</i>	Menge-lompok <i>Aggre-gated</i>	Menge-lompok <i>Aggre-gated</i>	Menge-lompok <i>Aggre-gated</i>
B. Populasi/empat cabang (<i>Population/four branches</i>)						
Jumlah total (<i>Grand total</i>) (ΣXi)	419	414	390	484	421	266
Kisaran (<i>Range</i>)	0-68	0-25	0-41	0-91	0-155	0-124
Rataan (<i>Mean</i>) (\bar{x})	1.0475	1.0350	0.9750	1.2100	1.0525	0.6650
Varians (<i>Variance</i>) (s^2)	38.0955	15.1316	32.0946	53.5097	85.3982	45.7471
Hubungan Varian/Rataan <i>Relation between variance and mean</i> ($l = s^2/\bar{x}$)	36.3680	14.6199	32.9176	44.2229	81.1385	68.7927
Indeks Morisita (<i>Morisita index</i>) (I_m)	34.7604	14.1582	33.7381	36.7059	77.1315	103.0728
Koefisien <i>Green</i> (<i>Green coefficient</i>) (Cx)	0.0846	0.0330	0.0821	0.0895	0.1908	0.2558
Indeks distribusi Binomial (<i>Binomial distribution index</i>) (k)	0.0283	0.0734	0.0313	0.0231	0.0125	0.1480
Pola distribusi (<i>Distribution pattern</i>)	Menge-lompok <i>Aggre-gated</i>	Menge-lompok <i>Aggre-gated</i>	Menge-lompok <i>Aggre-gated</i>	Menge-lompok <i>Aggre-gated</i>	Menge-lompok <i>Aggre-gated</i>	Menge-lompok <i>Aggre-gated</i>

(2008), bahwa perangkap yang dipasang pada ketinggian 1,2 m justru menangkap serangga PBKo yang lebih banyak dibanding perangkap yang dipasang pada ketinggian 0,4 m, yaitu masing-masing sebanyak 18,6 ekor dan 5,2 ekor. Kondisi ini tampaknya berkaitan dengan fenologi perkembangan buah. Penelitian Dufour & Frerot (2008) dilaksanakan pada saat akhir panen, sehingga populasi dan serangan PBKo telah mencapai tingkat yang tinggi sehingga cukup banyak serangga PBKo yang terbang dan terdistribusi di bagian percabangan buah atas dan tengah.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa awal serangan hama PBKo berasal dari bagian bawah tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa buah-buah kopi yang jatuh di permukaan tanah apabila tidak dilakukan sanitasi akan merupakan sumber infestasi untuk serangan hama pada periode berikutnya. Keadaan ini juga terbukti pada penelitian Wiryadiputra *et al.* (2010) yang dilakukan di Sulawesi Selatan. Keadaan ini menunjukkan bahwa pengendalian sanitasi untuk buah-buah kopi yang jatuh di permukaan tanah sangat penting dalam PHT hama PBKo.

KESIMPULAN

Pola distribusi spatial hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*), baik pada kopi Arabika maupun kopi Robusta, juga dengan parameter tingkat serangan maupun populasi, mengikuti pola mengelompok atau *aggregated* atau *clumped*. Pola distribusi yang sama juga dijumpai pada cabang kopi di bagian bawah, tengah, dan atas. Semua metode analisis yang digunakan yaitu dengan hubungan rata-rata/varian (I), indeks Morisita (I_m), koefisien *Green* (C_x) dan indeks distribusi Binomial negatif (k) adalah sesuai dengan tipe distribusi mengelompok.

Tingkat serangan maupun populasi PBKo cenderung lebih tinggi pada percabangan bagian bawah dibanding pada bagian tengah dan atas pohon.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada manajemen Kebun Kalibendo di Banyuwangi yang telah mengizinkan melaksanakan penelitian ini serta atas bantuan semua fasilitas yang diberikan. Kepada Ir. Slamet Haryono dan Rosyidi sebagai teknisi dan pembantu teknisi juga disampaikan terima kasih atas semua bantuannya sehingga penelitian ini bisa diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhakat, S.; P. Dey & A.K. Sinha (2013). Distribution of spittlebug nymph. *International Journal of Education and Research*, 1, 1–10.
- Brasnov, B.R.; S. Morand; I.S. Khokhlova; G.I. Shenbrod & H. Havlena (2005). Abundance and distribution of fleas on desert rodent: linking to Taylor's power law to ecological and specialization and epidemiology. *Parasitology*, 131, 825–837.
- Burbano, E.; M. Wright; D.E. Wright & F.E. Vega (2010). New record for the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, in Hawaii. *Journal of Insect Science*, 11, 1–3.
- Costa, M.G.; J.C. Barbosa & P.T. Yamamoto (2006). Distribuicao de probabilidade de ocorrencia de *Orthezia praelonga* Douglas (Hemiptera: Sternorrhyncha: Ortheziidae) na cultura de citros. [Probability distribution of *Orthezia praelonga* Douglas (Hemiptera: Sternorrhyncha: Ortheziidae) in citrus]. *Neotropical Entomology*, 35, 395–401.

- Costa, M.G.; J.C. Barbosa; P.T. Yamamoto & R.M. Leal (2010). Spatial distribution of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in citrus orchards. *Sci. Agric. (Piracicaba. Braz.)*, 67, 546–554.
- Decazy, B.; H. Ochoa & R. Lotode (1989). Indices de distribution spatiale et methode d'échantillonnage des populations du scolyte des drupes du cafeier, *Hypothenemus hampei* Ferr. (Spatial distribution indices and sampling method for populations of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* Ferr.). *Cafe Cacao The (Paris)*, 33, 27–41.
- Dufour, B.P. & B. Frerot (2008). Optimization of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Col., Scolytidae), mass trapping with an attractant mixture. *Journal of Applied Entomology*, 132, 591–600.
- Furst, M. & S. Bergleiter (2008). Biological control of coffee berry borer in organic coffee. Naturland-Association for Organic Agriculture. 4 pp.
- Khaing, O.; P. Hormchan; S. Jamornmarn; N. Ratanadilok & A. Wongpiyasatid (2002). Spatial distribution pattern of cotton leafhopper, *Ammurca biguttula* (Ishida) (Homoptera: Cicadellidae). *Kasetsart Journal (Natural Sciences)*, 36, 11–17.
- Liu, G.H. & W.J. Zhang (2011). Computer generation of initial spatial distribution for cell automata. Short Communication. *Computational Ecology and Software*, 1, 244–248.
- Messing, R.H. (2012). The coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) invades Hawaii: Preliminary investigations on trap response and alternate host. *Insects*, 3, 640–652.
- Nordmeyer, H. (2009). Spatial and temporal dynamics of *Apera spicaventi* seedling population. *Crop Protection*, 28, 831–837.
- Rekasi, J.; L. Rozsa & B.J. Kiss (1997). Patterns in the distribution of avian lice (Phthiraptera: Amblycera: Ischnocera). *Journal Avian Biology*, 28, 150–156.
- Remond, F.; C. Cilas; M.I. Vega-Rosales & M.O. Gonzalez (1993). Methodologie d'échantillonnage pour estimer les attaques des baies du cafeier par les scolytes (*Hypothenemus hampei* Ferr.) [Sampling procedure for the evaluation of coffee berry attacks by the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei* Ferr.)]. *Café Cacao The (Paris)*, 37, 35–52.
- Ruesink, W.G. & M. Kogan (1975). The quantitative basis of pest management: Sampling and measuring. p. 309–351. **In:** R.L. Metcalf & W.H. Luckmann (Eds.). *Introduction Insect Pest Management*. John Wiley and Sons. New York.
- Ruiz-Cardenas, R.; R.M. Assuncao & C.G.B. Demetrio (2009). Spatio-temporal modeling of coffee berry borer patterns accounting for inflation of zeros and missing value. *Sci. Agric. (Piracicaba. Braz.)*, 66, 100–109.
- Southwood, T.R.E. (1975). *Ecological Methods: with Particular Reference to the Study of Insect Populations*. Chapman and Hall Ltd. London.
- Uemura-Lima, D.H.; M.U. Ventura; A.Y. Mikami; F.C. da Silva & L. Morales (2010). Responses of Coffee Berry Borer, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae), to vertical distribution of methanol : ethanol trap. *Neotropical Entomology*, 39, 930–933.
- Untung, K. (1996). *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Gadjah Mada University Press. Bulaksumur, Yogyakarta.
- Vega, F.E.; R.A. Frankui & P. Benavides (2002). The presence of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* in Puerto Rico: fact or fiction? *Journal of Insect Science*, 2, 3pp.

- Wille, C. (1996). "Certified ECO-O.K." Guaranteed "Green" coffee meets new market demands. *Tea and Coffee Trade Journal*, 168, 114–119.
- Wiryadiputra, S.; R. Jahuddin; I.L. Mainsese; G.I. Oduor & S.S. Sastroutomo (2010). Integrated control of coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) on Arabica coffee in South Sulawesi, Indonesia. p. 515-521. *Proceeding of 23rd International Conference on Coffee Science (ASIC)*. Bali, Indonesia, 3rd–8th October 2010.
- Wiryadiputra, S; C, Cilas & J.P. Marin (2008). Effectiveness of the Brocop Trap in Controlling the Coffee Berry Borer (*Hypothenemus hampei* Ferr.) in Indonesia. *Proceedings ASIC 2008*. p. 1405–1408.
- Zaenudin & Martadinata (2000). Tantangan dan strategi pengembangan agribisnis kopi di Indonesia memasuki abad ke-21. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 16, 189–197.

0